附件

**编号：**

江门市 多旋翼无人机电力巡检 职业技能培训课程标准

送审日期：

开发负责人： 陈益平13822310115

开发专家组： 陈益平、李强、吴健、武剑

开发单位(盖章)： 广东四维培训有限公司

填写说明

一、以A4纸打印一式2份，在规定时间内提交人力资源社会保障部门审核。封面上方的编号由人力资源社会保障部门填写。

二、培训课程标准工种名称需在《中华人民共和国职业分类大典(2015年版)》中技能类职业(工种)、新职业、专项职业能力（含培训合格证）或技能单元等基础上进行细分。如涂装工（化工涂料）。

三、培训说明可按企业培训实际需要，说明课程的适用对象、教师要求、培训场地要求、课程标准开发所依据的文献资料等等。

四、培训要求及培训内容需清楚阐述课程整体架构设计及课程单元设计。课程整体设计是针对某一专题或某一类人群的培训需求所开发的课程架构。课程单元设计是在课程整体架构设计的基础上，具体确定每一单元的授课内容、授课方法、培训目标（受训对象完成培训后所要掌握的职业技能）、授课材料和配套教具等的过程。

五、推荐适用教材：一是可以直接推荐现有课程教材：在所在行业或职业相关的课程教材中筛选推荐。二是可开发课程教材：如无适用的课程教材，可按培训目标、培训要求培训内容开发编写培训教材，开发培训教材须与项目的职业技能标准统一，教材内容与培训内容相匹配。如教材属开发性课程教材的，须附上教材电子稿件。

一、培训说明

1.1 课标名称：江门市 多旋翼无人机电力巡检 职业技能培训课程标准

1.2 编制依据：本培训课程标准参考 《中华人民共和国职业分类大典（2015年版）》4-08-03-07 无人机测绘操控员 职业技能标准编制。

1.3 适用受训对象：

多旋翼无人机电力巡检、无人机测绘操控员等相关专业工作的人员。

1.4 培训师要求

培训师需具备多旋翼无人机教员、多旋翼无人机超视距驾驶员证书，从事多旋翼无人机电力巡检行业5年以上（满足以上任一条件即可）。

1.5 培训场地设备要求

场地要求，可容纳30人以上，配备以下设备：

1.5.1 多旋翼无人机：大疆F450练习专用版（续航200分钟。）

1.5.3 四旋翼无人机：大疆Phantom 4 Pro（具备图传设备，能进行第一人称视角飞行练习）

1.5.4 四旋翼无人机：大疆M600 （具备图传设备，能进行第一人称视角飞行练习）

1.6其他：各培训机构可根据本培训计划及培训实际情况，在不少于总课时的前提下编写具体实施的计划大纲和课程安排表。同时，还应根据具体情况布置一定的课外作业时间和课外实训练习时间。推荐教材仅供参考，各培训机构可根据培训实际情况使用。

1.7考核方式：

笔试：满分100分，60分合格，占总成绩40%。

实操：满分100分，60分合格，占总成绩60%。

1.8考核标准：

笔试考试内容：根据《多旋翼无人机技术基础》指定考核标准。

实操考核内容：多旋翼无人机工作业飞行；电力巡检地面站操作。

二、培训目标

通过本职业能力理论知识学习和操作技能训练，培训对象能够具备多旋翼无人机电力巡检职业能力所要求的理论知识和实际操作技能；能胜任无人机测绘操控员岗位。

三、单元课时分配表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 课程单元名称 | 所需课时数 | 备注 |
| 1 | 多旋翼无人机概述 | 3课时 | 理论 |
| 2 | 多旋翼无人机的飞行理原理和翼型设计 | 3课时 | 理论 |
| 3 | 多旋翼无人机组装 | 4课时 | 理论 |
| 4 | 多旋翼无人机动力装置 | 2课时 | 理论 |
| 5 | 多旋翼无人机空气动力学 | 1课时 | 理论 |
| 6 | 多旋翼无人机结构动力学 | 1课时 | 理论 |
| 7 | 多旋翼无人机气动弹力学 | 1课时 | 理论 |
| 8 | 多旋翼无人机飞行控制技术 | 4课时 | 理论 |
| 9 | 多旋翼无人机总体设计 | 1课时 | 理论 |
| 10 | 多旋翼无人机组装 | 8课时 | 实操 |
| 11 | 旋翼无人机操控方式及飞行控制 | 12课时 | 实操 |
| 12 | 多旋翼无人机作业流程 | 16课时 | 实操 |
| 总课时数 | | 56课时 |  |

注：每课时不少于45分钟。

四、培训要求及培训内容

**4.1 多旋翼无人机电力巡检**

**4.1.1培训目标**

通过本单元培训，使培训对象能够掌握：多旋翼无人机技术基础的主要内容和知识体系；和电力巡检作业设备软件使用及实践；了解多旋翼无人机的基本运动状态；了解不同类型多旋翼无人机的不同性能；

**4.1.2培训内容**

4.1.2.1理论教学内容

1、多旋翼无人机概述

要求学员了解和熟悉系统论、控制论等基础知识；熟悉和掌握多旋翼无人机系统的定义及其飞行机组，载人多旋翼飞行器和旋翼自转着陆的原理；了解和掌握多旋翼无人机外形结构的多样性、用途和分类方法。

2、多旋翼无人机的飞行理原理和翼型设计

要求学员了解多旋翼无人机的飞行原理、飞行控制方式和特点等基础知识；熟悉和掌握油动多旋翼无人机与电动多旋翼无人机的对比分析；了解多旋翼无人机所具有的特点；了解和掌握翼型的几何参数和主要类型；熟悉和掌握翼型空气动力特性；了解影响翼型空气动力的因素以及音障和失速等基本概念。

3、多旋翼无人机组装

要求学员了解多旋翼无人机机架的公用和选择原则；了解和掌握构成动力装置的部件的要求和选择。

4、多旋翼无人机动力装置

要求学员掌握多旋翼无人机动力装置的基本概念；了解和熟悉燃油系统的定义、结构、工作原理和燃油控制的内容。熟练掌握有关传动系统的结构、工作原理、主要部件，传动系统的动力学问题和临界转速计算方法；以及有关旋翼、动力、传动组成的机械扭振系统的扭转共振和耦合动不稳性等方面的知识。

5、多旋翼无人机空气动力学

要求学员学习和了解旋翼的功用，旋翼数量和分布位置，飞行姿态与飞行状态的对应关系，旋翼工作效率和结构形式，旋翼的几何参数和工作原理；了解和熟悉旋翼的各方面理论和CFD的基本概念和内容，以及它们在旋翼飞行器处于不同飞行状态下的工作原理、计算原理、计算公式和数学处理方法等。

6、多旋翼无人机结构动力学

要求学员掌握有关多旋翼无人机结构动力学的定义、特点、研究方法、分析模型和振动类型等基本物理概念；了解简谐振动的基本知识；熟悉无阻尼自由振动微分方程及其振动特性。

7、多旋翼无人机气动弹力学

要求学员了解有关动多旋翼无人机弹力学、系统稳定性和临界稳定状态、气动弹性方框图、多旋翼无人机气动弹力学的她点等基本物理概念；了解和熟悉定常、非定常和准定常企动力等基础知识；熟悉和掌握旋翼颤振的基本概念。

8、多旋翼无人机飞行控制技术

要求学员掌握多旋翼无人机飞行系统的操控方式、飞行控制的基本原理、基本功能、设计要求和飞行姿态解算步骤等基础知识。

9、多旋翼无人机总体设计

了解多旋翼无人机研制流程、设计定义，以及多旋翼无人机设计的重要性、基本原则和任务要求；掌握多旋翼无人机类型分析的方法。

4.2技能实训内容

1. 多旋翼无人机组装

要求学员熟悉和掌握无人机组装前的工作、整体组装的方法和步骤，以及进行无桨调试、有桨调试和试飞测试工作内容。

1. 多旋翼无人机操控方式及飞行控制

要求学员掌握多旋翼无人机系统的操控方式，以及位置控制、姿态控制、控制分配和动力控制的内容； 熟悉和掌握PDI控制器。

3.多旋翼无人机作业流程

要求学员能熟练的操作多旋翼无人机通讯系统、导航系统、遥测遥感系统、地面站功能与使用、图传系统、地面站软件操作、航线任务规划、数传电台使用、无线使用与维护、系统遥控操作、监视器监测数据解读等，清楚作业流程。

**4.2.1培训方式建议**

1.理论教学：理论培训主要以线下集中授课的方式进 行，通过多媒体教学场地开展教学，培训过程配套实物教学教具，实施顺序以课程介绍、道具演示、课堂讨论等方式，介绍多旋翼无人机巡航阶段操纵技术及相关知识。

2.技能实训：技能培训主要以仿真的教学方式开展，培训师在实训现场，通过技能操作、示范教学，传授相关的专业技能。通过过程评价与结果性评价对学员多旋翼无人机操作技能的掌握情况进行考核。

**4.3 考核要求**

**4.3.1理论考核内容**

《多旋翼无人机技术基础》

**4.3.2实操考核内容**

多旋翼无人机组装；多旋翼无人机正常工作作业流程；电力巡检地面站操作。

五、推荐教材

1.《多旋翼无人机技术基础》，清华大学出版社，2017年1月第1版。